

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09289042 A**

(43) Date of publication of application: **04.11.97**

(51) Int. Cl.  
**H01M 10/50**  
**B60L 3/00**  
**B60L 11/18**  
**H01M 10/48**

(21) Application number: **08122641**

(22) Date of filing: **19.04.96**

(71) Applicant: **NISSAN MOTOR CO LTD**

(72) Inventor: **SAITO KAZUO**  
**TANJIYOU TAKEJI**

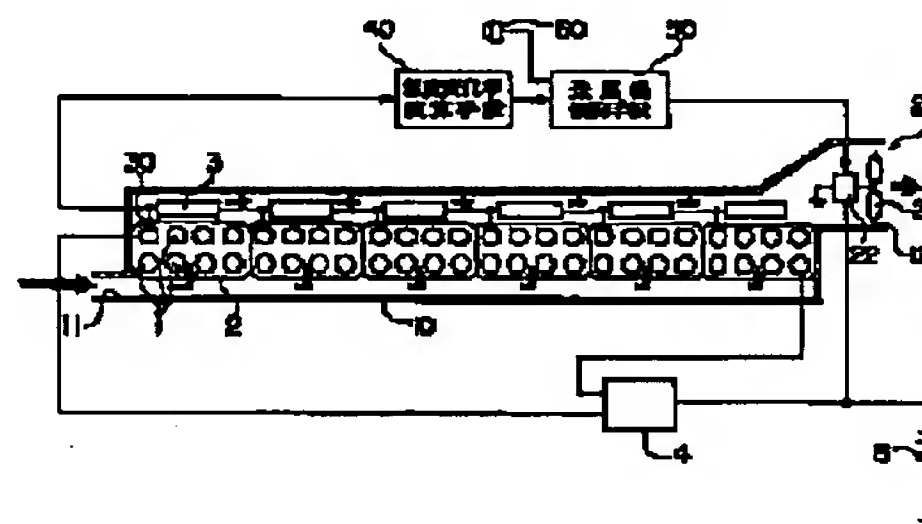
**(54) COOLING DEVICE OF BATTERY FOR ELECTRIC VEHICLE**

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce the power consumed by a fan by controlling the output duty ratio of a blower as necessary.

**SOLUTION:** This device has an air duct 10 with a battery 1 mounted therein, a blower 20 for feeding cooling air to the air duct 10, a battery temperature sensor 30 for detecting the battery temperature, a temperature change computing means 40 for computing the rate of change of the battery temperature detected by the battery temperature sensor, and a blower control means 50 by which the amount of air fed by the blower 20 is controlled in accordance with the rate of change of the battery temperature. The greater the absolute value of the rate of change of the battery temperature, the greater the amount of the air fed.

**COPYRIGHT: (C)1997,JPO**



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-289042

(43)公開日 平成9年(1997)11月4日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M 10/50			H 0 1 M 10/50	
B 6 0 L 3/00			B 6 0 L 3/00	S
			11/18	A
H 0 1 M 10/48	3 0 1		H 0 1 M 10/48	3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平8-122641

(22)出願日 平成8年(1996)4月19日

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 齋藤 和男

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72)発明者 丹上 雄児

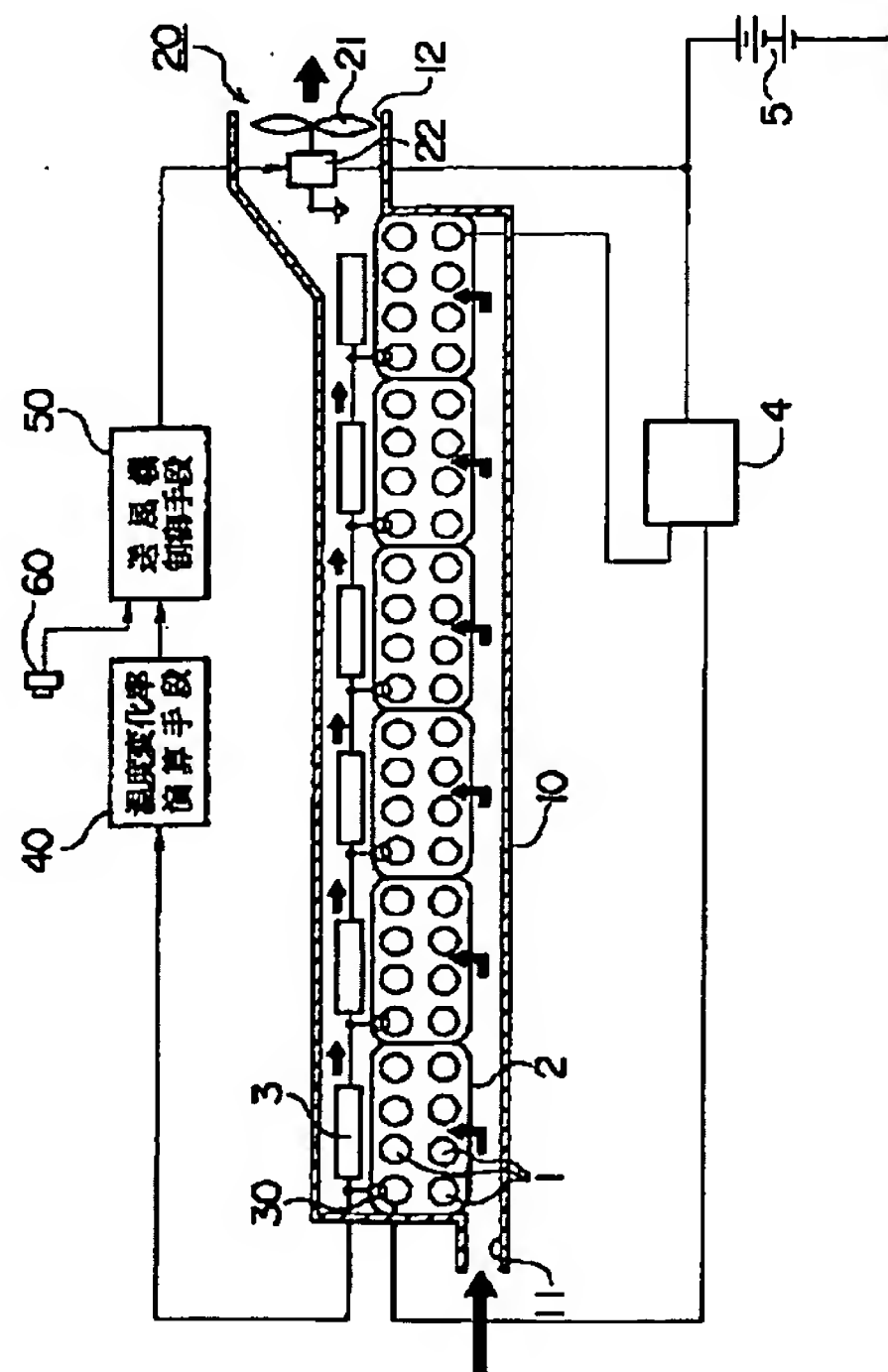
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(54)【発明の名称】 電気自動車用電池の冷却装置

(57)【要約】

【課題】 必要に応じて送風機の出力度ューティ比を制御することによりファンの消費電力を低減する。

【解決手段】 電池1が内装される送風ダクト10と、送風ダクトに冷却風を送風する送風機20と、電池温度を検出する電池温度センサ30と、電池温度センサにより検出された電池温度の変化率を演算する温度変化率演算手段40と、電池温度の変化率に基づいて送風機20の送風量を制御する送風機制御手段50とを有する。電池温度の変化率の絶対値が大きいほど送風量を増加させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電池が内装される送風ダクトと、前記送風ダクトに冷却風を送風する送風機とを有する電気自動車用電池の冷却装置において、

前記電池の温度を検出する電池温度センサと、前記電池温度センサにより検出された電池温度の変化率を演算する温度変化率演算手段と、前記電池温度の変化率に基づいて前記送風機の送風量を制御する送風機制御手段とをさらに有することを特徴とする電気自動車用電池の冷却装置。

【請求項 2】 前記送風機制御手段は、前記電池温度の変化率に相関させて前記送風機の送風量を増加させる信号を前記送風機に送出することを特徴とする請求項 1 記載の電気自動車用電池の冷却装置。

【請求項 3】 前記送風機制御手段は、前記電池温度が所定温度以上の場合には前記電池温度の変化率に相関させて前記送風機の送風量を増加させる信号を前記送風機に送出し、前記電池温度が前記所定温度より低い場合であって前記電池温度の変化率が 0 又は正の場合には前記送風機を停止させる信号を前記送風機に送出し、前記電池温度が前記所定温度より低い場合であって前記電池温度の変化率が負の場合には当該変化率の絶対値に相関させて前記送風機の送風量を増加させる信号を前記送風機に送出することを特徴とする請求項 1 記載の電気自動車用電池の冷却装置。

【請求項 4】 外気の温度を検出する外気温度センサと、前記外気温度センサにより検出された外気温度と前記電池温度センサにより検出された電池温度との差温を演算する温度差演算手段とをさらに有し、前記送風機制御手段は、前記外気温度と前記電池温度との差温が所定値より大きい場合には前記送風機の送風量を増加させる信号を前記送風機に送出することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れかに記載の電気自動車用電池の冷却装置。

【請求項 5】 リチウム系 2 次電池が設けられる送風ダクトと、前記送風ダクトに冷却風を送風する送風機とを有する電気自動車用電池の冷却装置において、外気の温度を検出する外気温度センサと、前記リチウム系 2 次電池の温度を検出する電池温度センサと、前記電池温度センサにより検出された電池温度の変化率を演算する温度変化率演算手段と、温度変化率が負の場合に前記電池温度が前記外気温度センサにより検出された外気温度に漸近するように前記送風機の送風量を制御する送風機制御手段とをさらに有することを特徴とする電気自動車用電池の冷却装置。

【請求項 6】 前記送風機制御手段は、前記リチウム系 2 次電池が充電中である場合に前記電池温度が前記外気温度センサにより検出された外気温度に漸近するように前記送風機の送風量を制御することを特徴とする請求項 5

記載の電気自動車用電池の冷却装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気自動車の駆動源である 2 次組電池を冷却するための電気自動車用電池の冷却装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】電気自動車の蓄電池として、鉛電池の他、ニッケルカドミウム電池等のニッケル系電池や、リチウムイオン電池等のリチウム系電池の採用が進められているが、かかる蓄電池は、放電時や充電時に発熱反応をともしることから、走行中に冷却する必要がある。

【0003】この種の電気自動車用電池の冷却装置としては、従来より冷却用ファン（以下、送風機とも言う）を用いたものが知られているが、電池温度の上昇原因となる電池負荷は、その電気自動車がどのような走り方をするのか、すなわち電気自動車の走行環境によって異なり、市街地を走行することが殆どである電気自動車では、電池が高負荷になることは少ない。したがって、あらゆる走行環境を想定し、これら全ての走行環境に対応するために、つまり、低負荷走行が殆どであっても高負荷で走行する可能性がゼロではないとして、冷却用ファンの能力を最大限に設定しておくことは、ファンの駆動効率の点においても、また冷却用ファンの設置スペースや重量の点においても好ましくない。

【0004】このため、電池温度に応じて冷却用ファンの出力デューティ比を制御するものが提案されている。例えば、電池に設けられた温度センサにより電池表面温度を検出し、この電池表面温度が、図 6 に示すように、第 1 の所定温度  $T_1$  に達したときにファンを駆動し始め、電池表面温度の上昇に応じて直線的にファン出力を増加させ、さらに第 2 の所定温度  $T_2$  に達したときに最大出力でファンを駆動する。これにより、常時最大出力でファンを駆動する場合に比べ、ファンの駆動効率が改善されることになる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述した従来の電気自動車用電池の冷却装置では、単に電池表面温度を検出するだけであるため、図 7 に示すように、外気温度が第 1 の所定温度  $T_1$  より高い場合には、温度センサがこれを検知し、冷却用ファンが駆動することになる。この制御は、電池の負荷状態に拘わらず実行されるので、電気自動車が市街地を走行するなどして電池が低負荷状態であっても、冷却用ファンの駆動によって無駄な電力が消費されるという問題があった。

【0006】また、外気温度が低い場合においても、例えば電気自動車が走行を続け、図 8 に示すように、走行終期に電池表面温度が第 1 の所定温度  $T_1$  に達すると、冷却用ファンが駆動し始める。しかしながら、走行を終了して電池の放電が終わると、電池表面温度は瞬時に降



下するので、冷却用ファンは駆動を開始してすぐに停止することになり、さほど必要でもない冷却を行うことになって送風機の駆動効率が悪いという問題があった。

【0007】本発明は、このような従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、必要に応じて送風機の出力デューティ比を制御することにより送風機の消費電力を低減できる電気自動車用電池の冷却装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1記載の本発明の電気自動車用電池の冷却装置は、電池が内装される送風ダクトと、前記送風ダクトに冷却風を送風する送風機とを有する電気自動車用電池の冷却装置において、前記電池の温度を検出する電池温度センサと、前記電池温度センサにより検出された電池温度の変化率を演算する温度変化率演算手段と、前記電池温度の変化率に基づいて前記送風機の送風量を制御する送風機制御手段とをさらに有することを特徴とする。ここで、電池温度の変化率とは、現在の電池温度 $T_i$ から単位時間 $\tau$ 前の電池温度 $T_{i-1}$ を減じた差温を単位時間で除した値 $(T_i - T_{i-1}) / \tau$ である。

【0009】この請求項1記載の電気自動車用電池の冷却装置では、電池温度の変化率に基づいて送風機の送風量を制御する。つまり、電池温度の時間的微分値を制御要因とし電池温度の絶対値は制御要因として用いないので、送風量の制御が電池温度、ひいては外気温度に影響されることがなくなり、電池にとって必要十分な冷却効果を提供することができる。

【0010】特に、電池温度と外気温度とが大きく相違する場合には、電池温度の変化率も大きくなるので、この変化率に基づいて送風量を増加させることにより、効率的に電池温度を許容温度範囲に維持することができる。

【0011】また、電池の温度変化はきわめて緩慢な変化であることから、送風機の出力制御のために複雑な制御マップ等を作成する必要はない。したがって、この請求項1記載の電気自動車用電池の冷却装置の実用化が大いに期待できる。

【0012】請求項1記載の電気自動車用電池の冷却装置において、送風機制御手段は電池温度の変化率に基づいて、換言すれば電池温度の変化率と何らかの関係をもって、送風機の送風量を制御するが、その具体的内容は特に限定されず、搭載される電気自動車の使用環境等により決定することができる。なかでも、請求項2記載の電気自動車用電池の冷却装置は、前記送風機制御手段は、前記電池温度の変化率に相関させて前記送風機の送風量を増加させる信号を前記送風機に送出することを特徴とする。

【0013】この請求項2記載の電気自動車用電池の冷却装置は、電池温度の変化率に相関させて、つまり電池

温度の変化率が大きい場合には送風機の送風量を増加させ、電池温度の変化率が小さい場合には送風量を減少させる。

【0014】例えば、電気自動車が走行し始め電池の放電が開始した場合、電池温度は上昇し始めるので、大きな能力で冷却することが好ましい。請求項2記載の電気自動車用電池の冷却装置によれば、走行開始当初においては電池温度の変化率はプラスに大きくなるので、送風量を増加させて電池を冷却することになる。これにより、それ以後の電池温度の上昇を予め効率的に抑制することができる。

【0015】また、電気自動車がそのまま走行を続けると、電池温度は微増状態となり、冷却は必要とするものの、温度上昇ポテンシャルは放電開始時よりも小さくなるので、送風量を減少させることが好ましい。請求項2記載の電気自動車用電池の冷却装置によれば、電池温度の変化率はプラスではあるがその絶対値は小さくなるので、送風量を今までよりも減少させることになる。これにより、不必要な駆動が回避され効率的な冷却を行うことができる。

【0016】一方、走行を終了してもそれまでの走行によって電池温度は高くなっているので、大きな能力で冷却することが好ましい。請求項2記載の電気自動車用電池の冷却装置によれば、放電終了時には電池温度は急激に降下し、電池温度の変化率がマイナスに大きくなるので、送風量を増加させて電池を冷却することになる。これにより、電池温度を適切な温度範囲にまで急冷することができる。

【0017】放電を終了してある時間が経過すると、電池温度は微減状態となり、適切な温度範囲までの冷却は必要とするものの、温度降下ポテンシャルは放電終了時よりも小さくなるので、送風量を減少させることが好ましい。請求項2記載の電気自動車用電池の冷却装置によれば、電池温度の変化率はマイナスではあるがその絶対値は小さくなるので、送風量を今までよりも減少させることになる。これにより、不必要な駆動が回避され効率的な冷却を行うことができる。

【0018】請求項1記載の電気自動車用電池の冷却装置において、送風機制御手段による制御内容は種々に改変することができる。例えば、請求項3記載の電気自動車用電池の冷却装置は、前記送風機制御手段は、前記電池温度が所定温度以上の場合には前記電池温度の変化率に相関させて前記送風機の送風量を増加させる信号を前記送風機に送出し、前記電池温度が前記所定温度より低い場合であって前記電池温度の変化率が0又は正の場合には前記送風機を停止させる信号を前記送風機に送出し、前記電池温度が前記所定温度より低い場合であって前記電池温度の変化率が負の場合には当該変化率の絶対値に相関させて前記送風機の送風量を増加させる信号を前記送風機に送出することを特徴とする。ここで、所定

温度は、その電池の駆動に適した温度とすることが好ましい。例えば、電気自動車用電池では30℃前後である。

【0019】この請求項3記載の電気自動車用電池の冷却装置では、電池温度の絶対値がこの所定温度（換言すれば最適温度）より高いか低いをも考慮に入れた制御内容としている。すなわち、電池温度が所定温度以上の場合には、放電中および放電終了後の何れにおいても電池温度は所定温度より高くなるので、上述した請求項2記載の電気自動車用電池の冷却装置と同様、電池温度の

変化率に相関させて送風機の送風量を増加させ、電池温度を最適な所定温度に降下させる。

【0020】これに対して、電池温度が所定温度より低い場合には、放電開始時、つまり電池温度の変化率が0又は正の場合においては、電池温度は上昇し始めるものの、最適な温度範囲には達していないので、送風機を停止し、電池を最適な温度範囲まで上昇させる。また、放電を続けて電池温度が所定温度よりも高くなったのち、放電を終了した場合には、最適な所定温度まで電池を冷却する必要があるので、電池温度の変化率が負の場合には当該変化率の絶対値に相関させて送風機の送風量を増加させる。

【0021】この請求項3記載の電気自動車用電池の冷却装置のように制御することにより、電池温度を適切な温度に維持することができ、電池が良好に駆動するとともに寿命も長くなる。

【0022】請求項1乃至3記載の電気自動車用電池の冷却装置では、電池温度の変化率のみ、又は電池温度の変化率と電池の絶対温度とに基づいて送風量の制御が行われるが、請求項4記載の電気自動車用電池の冷却装置は、外気の温度を検出する外気温センサと、前記外気温センサにより検出された外気温度と前記電池温センサにより検出された電池温度との差温を演算する温度差演算手段とをさらに有し、前記送風機制御手段は、前記外気温度と前記電池温度との差温が所定値より大きい場合には前記送風機の送風量を増加させる信号を前記送風機に送出することを特徴とする。

【0023】この請求項4記載の電気自動車用電池の冷却装置では、外気温度と電池温度との差温をも考慮した制御内容としている。すなわち、電池温度の変化率や電池の絶対温度による制御に加え、外気温度と電池温度との差温が所定値より大きい場合には送風量を増加させるので、電池温度の変化率が小さくても電池温度を適切な温度範囲に効率よく冷却することができる。

【0024】請求項1乃至4記載の電気自動車用電池の冷却装置において、電池の種類は特に限定されず、鉛電池の他、ニッケルカドミウム電池等のニッケル系電池、ナトリウム硫黄電池、リチウムイオン電池等のリチウム系電池などを適用できるが、特に、請求項5記載の電気自動車用電池の冷却装置は、リチウム系2次電池が設け

られる送風ダクトと、前記送風ダクトに冷却風を送風する送風機とを有する電気自動車用電池の冷却装置において、外気の温度を検出する外気温センサと、前記リチウム系2次電池の温度を検出する電池温センサと、前記電池温センサにより検出された電池温度の変化率を演算する温度変化率演算手段と、温度変化率が負の場合に前記電池温度が前記外気温センサにより検出された外気温度に漸近するように前記送風機の送風量を制御する送風機制御手段とをさらに有することを特徴とする。

【0025】リチウム系2次電池は、外気温度付近の温度で使用することが、駆動状態、電池の劣化および寿命の点で好ましい。このため、この請求項5記載の電気自動車用電池の冷却装置においては、温度変化率が負の場合に電池温度が外気温度に漸近するように送風機の送風量を制御する。これにより、最も適した環境で電池を駆動させることができ、電池劣化が防止できるとともに電池寿命が長くなる。

【0026】また、請求項6記載の電気自動車用電池の冷却装置は、前記送風機制御手段は、前記リチウム系2次電池が充電中である場合に前記電池温度が前記外気温センサにより検出された外気温度に漸近するように前記送風機の送風量を制御することを特徴とする。

【0027】この請求項6記載の電気自動車用電池の冷却装置では、請求項5記載の電気自動車用電池の冷却装置に加え、充電中においても電池温度が外気温度に漸近するように送風機の送風量を制御するので、電池の消費が抑制され充電時間の短縮化が図られる。

【0028】

【発明の効果】請求項1乃至3記載の電気自動車用電池の冷却装置によれば、電池にとって必要十分な冷却効果を与えることができるので、電池温度を適切な温度範囲に維持することができ、電池の劣化を防止でき電池寿命が著しく延びることになる。また、送風機が効率的に作動するので、消費電力が低減でき、特に電気自動車にとって走行距離又は走行時間の増加が図られる。さらに、電池温度の変化率による送風機の出力制御では、複雑な制御マップを作成する必要もないので、本発明の実用化が大いに期待できる。

【0029】請求項4記載の電気自動車用電池の冷却装置によれば、電池温度の変化率や電池の絶対温度による制御に加え、外気温度と電池温度との差温が所定値より大きい場合には送風量を増加させるので、電池温度の変化率が小さくても電池温度を適切な温度範囲に効率よく冷却することができる。

【0030】請求項5記載の電気自動車用電池の冷却装置によれば、電池温度が、リチウム系2次電池の使用環境に最も好ましいとされる外気温度に制御されるので、電池の駆動状態が良好となり、電池劣化が防止できるとともに電池寿命が長くなる。

【0031】請求項6記載の電気自動車用電池の冷却装



置では、充電中においても電池温度が外気温度に漸近するように送風機の送風量が制御されるので、電池の消費が抑制され充電時間の短縮化が図られる。

#### 【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

#### 第1実施形態

図1は、本発明の電気自動車用電池の冷却装置の第1実施形態を示す構成図、図2および図3は、同実施形態に係る送風機制御手段における制御内容を示すグラフ、図4は、同実施形態と従来例との効果を比較したグラフである。

【0033】図1に示すように、本実施形態の電気自動車用電池の冷却装置は、バッテリーケース10内に、2×6列で配列された都合12個の電池モジュール2が設けられており、一つの電池モジュール2は、円筒型リチウムイオン2次電池からなる8本のセル電池1から構成されている。図1には、2×6列の電池モジュール2の片側1列のみを図示する。

【0034】このバッテリーケース10は、例えば電気自動車のホイールベース間のフロアに、図1の左方を車両前方に向けて搭載されており、バッテリーケース10の前方には、冷却風を取り入れるための吸気口11が開設され、この吸気口11は図外のダクトを介してモータールームに向かって開口されている。

【0035】一方、バッテリーケース10の後方には、排気口12が開設されており、この排気口12に、ファンモータ22により回転駆動するファン21を有する送風機20が取り付けられている。そして、送風機20を駆動すると、モータールームから吸気口11を介してバッテリーケース10内に冷却風が導入され、この冷却風は、電池モジュール2間の隙間を流れながら排気口12から排出される。このように、バッテリーケース10は、電池モジュール2を収納するとともに本実施形態の冷却装置の送風ダクトを構成している。

【0036】電池セル1は、全て直列に接続されて組電池が構成され、当該組電池の両端電圧は例えば300～400Vとなっている。図示はしないが、この組電池による高電圧電源は、インバータを介して電気自動車の駆動用モータに接続されており、これにより電気自動車が走行する。

【0037】また、図1に示すように、組電池の両端電圧は、DC/DCコンバータ4によって12Vの低電圧に変換され、補助バッテリー5を充電するとともに、ファンモータ22の駆動源となる。このDC/DCコンバータ4により低電圧となった電源は、補助バッテリー5やファンモータ22以外にも、例えばライト、ワイパモータ、パワステポンプなどの電装部品に接続され、その駆動源とされている。なお、図1において「3」は各電池モジュール2に設けられたセルコントローラであり、各

電池モジュール2における過放電や過充電を防止する。

【0038】各電池モジュール2には、電池温度を検出するための電池温センサ30が設けられており、この電池温センサ30を汎用して、その出力信号が温度変化率演算手段40に入力されるように接続されている。温度変化率演算手段40は、例えばマイクロコンピュータからなり、所定のサンプリング時間 $\tau$ で電池温センサ30からの信号を取り込む。そして、新たな電池温度 $T_i$ が取り込まれる度に、前回取り込まれた電池温度 $T_{i-1}$ との差温を演算し、さらに単位時間当たりの温度変化率 $(T_i - T_{i-1}) / \tau$ を演算する。この演算結果は、演算を終了する度に送風機制御手段50に送出される。

【0039】送風機制御手段50は、温度変化率演算手段40で求められた温度変化率 $(T_i - T_{i-1}) / \tau$ に基づいて、送風機20の出力デューティ比をコントロールする機能を有し、例えばインバータにより構成してファンモータ22の回転数を制御したり、あるいは、リレーにより構成してファンモータ22の作動/停止時間比を制御することで具体化することができる。

【0040】さらに、本実施形態では、外気温度を検出するための外気温センサ60が設けられており、この外気温センサ60からの外気温度データは送風機制御手段50に送出される。なお、本発明の電気自動車用電池の冷却装置においては、外気温センサ60を省略しても良い。

【0041】次に作用を説明する。本実施形態では、12個の電池モジュール2のそれぞれに設けられた電池温センサ30により各電池温度を検出し、そのうち最も高い温度をその時間における電池温度 $T_i$ とする。そして、電池の駆動状態が最も良好となる30℃をしきい値として送風機20の制御内容を相違させている。

【0042】つまり、電池温度 $T_i$ が30℃以上の場合には、まず電池温度のサンプリング時間 $\tau$ を1分とする。ただし、実際の電池温度データの取り込み間隔は1秒であり、10秒間の平均値を採る。この電池温度 $T_i$ は、温度変化率演算手段40にて、新たな電池温度 $T_i$ が取り込まれる度に、前回取り込まれた電池温度 $T_{i-1}$ との差温が演算され、さらに単位時間当たりの温度変化率 $k = (T_i - T_{i-1}) / \tau$ が演算される。ここで、演算を開始する場合の温度変化率の初期値は常に0としておく。

【0043】この温度変化率データ $k$ は、送風機制御手段50に送出され、ここで図2に示す指令信号が送風機20のファンモータ22に出力される。すなわち、例えば電気自動車が走行中などの放電時においては、温度変化率は0からプラス側に変化するが、温度変化率 $k$ が0.1を超えるまでは、電池1にさほどの負荷がかかっていないので送風機20を停止したままとする（図2に示す矢印イ）。

【0044】放電が続けられて電池負荷が大きくなり、

温度変化率 $k$ が0.1を超えると、送風機20を20%の出力デューティ比で駆動し(図2に示す矢印ロ)、温度変化率 $k$ が0.1~0.3の間では、温度変化率 $k$ の値に比例した出力デューティ比で送風機20を駆動する(図2に示す矢印ハ)。また、電気自動車が高速度走行を開始するなどして電池負荷が著しく大きくなり、電池の温度変化率 $k$ がプラス側で0.3を超えると、最大出力で送風機20を駆動し、最大能力で電池1を冷却する(図2に示す矢印ニ)。

【0045】次いで、電気自動車が高速度走行の安定状態などに移行すると、電池温度 $T_1$ は上昇するものの、その温度変化率 $k$ は減少する。このような場合、温度変化率 $k$ が0.3より小さくなると、0.1までの間は、温度変化率 $k$ の値に比例した出力デューティ比で送風機20を駆動する(図2に示す矢印ホ)。

【0046】さらに、電気自動車が走行を終了するなどして放電が終了すると、温度変化率 $k$ がさらに減少し始め、これが0.1以下になると、-0.05に達するまで20%の出力デューティ比で送風機20を駆動する(図2に示す矢印ヘ)。このように、放電開始時とのヒステリシスをもたせ、送風機20の駆動を継続するのは、放電終了時においては、電池温度 $T_1$ は降下しているものの、この電池温度 $T_1$ は、適切な温度範囲より未だ高くなっているからである。

【0047】さらに、放電を終了すると、電池の温度変化率 $k$ はマイナス側に増加するので、この値が-0.1より小さくなると-0.2までの間は、温度変化率 $k$ の値に比例した出力デューティ比で送風機20を駆動する(図2に示す矢印ト)。そして、-0.2以下では最大出力で送風機20を駆動し、放電を終了した電池1を最大能力で冷却する(図2に示す矢印チ)。

【0048】放電を終了してから時間が経過すると、電池温度 $T_1$ は微減、すなわち温度変化率 $k$ が0に近づいてくる。このときは、最大能力ほどの冷却を必要としないので、 $k$ が-0.2~-0.1の間は、温度変化率 $k$ の値に比例した出力デューティ比で送風機20を駆動し(図2に示す矢印リ)、さらに $k$ が-0.05以上になると送風機20を停止して冷却を終了する(図2に示す矢印ヌ)。

【0049】次に、電池温度センサ30で検出された電池温度の最大値 $T_1$ が0℃以上30℃未満である場合には、電池温度自体が最適温度である30℃に達していないので、放電中、すなわち温度変化率 $k$ が-0.05以上の範囲では、送風機20を停止し冷却は行わない(図3に示す矢印イ)。なお、このときのサンプリング時間 $\tau$ は1分とする。電池温度 $T_1$ は0~30℃の範囲にあるので、電池温度が上昇しても最適温度である30℃前後に達するだけであり、しかも冷却を行うと最適温度に近づけることができないので、かかる制御内容としている。

【0050】ただし、放電を終了して電池温度 $T_1$ が降下し始め、温度変化率 $k$ が-0.05以下になると、20%の出力デューティ比で送風機20を駆動し(図3に示す矢印ロ)、以下、 $k$ が-0.1~-0.2までの間は、温度変化率 $k$ の値に比例した出力デューティ比で送風機20を駆動する(図3に示す矢印ハ)。そして、 $k$ が-0.2以下では最大出力で送風機20を駆動し、放電を終了した電池1を最大能力で冷却する(図3に示す矢印ニ)。

【0051】また、放電を終了してから時間が経過すると、電池温度 $T_1$ は微減、すなわち温度変化率 $k$ が0に近づき、このときは、最大能力ほどの冷却を必要としないので、 $k$ が-0.2~-0.1の間は、温度変化率 $k$ の値に比例した出力デューティ比で送風機20を駆動し(図3に示す矢印ホ)、さらに $k$ が-0.05以上になると送風機20を停止して冷却を停止する(図3に示す矢印ヘ)。なお、温度変化率 $k$ が-0.1未満ではサンプリング時間 $\tau$ を2分、温度変化率 $k$ が-0.1~-0.05の範囲ではサンプリング時間 $\tau$ を5分としている。

【0052】また、図示はしないが、電池温度センサ30により検出された電池温度の最大値 $T_1$ が0℃未満である場合には、電池温度自体が最適温度である30℃に達してなく、また放電を継続しても30℃を超えるほど高温になるとも考えられないので、常に送風機20を停止し、冷却を行わないこととしている。

【0053】このように、本実施形態の電気自動車用電池の冷却装置によれば、温度変化率 $k$ を求めるという簡単な構成で効率的に送風機20を駆動することができる。特に、外気温度との差が大きい場合には大きな能力で冷却できるとともに、外気温度との差が小さい場合にはそれに適した能力で冷却できるので、図4に示すように従来の冷却装置に比べ、送風機20の消費電力を著しく低減することができる。送風機20の電力は、既述したように当該電池1を駆動源としているので、送風機20の消費電力が低減されるということは、電気自動車の走行距離又は走行時間が長くなることをも意味する。

【0054】また、電池の温度変化は、内燃機関であるエンジンの温度変化などに比べ、きわめて緩やかに変化することから、送風機制御手段50で必要とされる制御マップは、図2および図3に示されるような簡単なもので足りる。

【0055】なお、本実施形態の電気自動車用電池の冷却装置では、各電池モジュール2に電池温度センサ30がそれぞれ設けられているので、仮に複数の電池温度センサ30が故障したとしても、高負荷運転以外では、少なくとも一つの電池温度センサ30が作動すれば十分対応することができる。本実施形態の電気自動車用電池の冷却装置は、かかるフェイルセーフ機能をも併せもつ。

【0056】第2実施形態



本発明の電気自動車用電池の冷却装置は、種々に改変することができる。図5は本発明の電気自動車用電池の冷却装置の第2実施形態を示す構成図であり、上述した第1実施形態の構成に加え、電池温度 $T_i$ と外気温度 $T_{amb}$ との差を演算する温度差演算手段70が設けられており、この温度差演算手段70で求められた温度差データ( $T_i - T_{amb}$ )は送風機制御手段50に送出される。その他の構成は第1実施形態と同じであるので、同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0057】本実施形態の電気自動車用電池の冷却装置では、送風機制御手段50による送風機20の制御は、温度変化率演算手段40で求められた温度変化率 $k$ に基づいて、図2および図3に示すように行われるが、同図において送風機20が停止している状態に限り、付加的に送風機20を制御する。

【0058】すなわち、外気温センサ60により検出された外気温度 $T_{amb}$ と、電池温センサ30で検出された電池温度の最大値 $T_i$ とを1分のサンプリング時間で取り込み、これらの温度差( $T_i - T_{amb}$ )を温度差演算手段70で演算し、この温度差( $T_i - T_{amb}$ )が3度以上ある場合には、送風機制御手段50から指令信号を送出して20%の出力デューティ比で送風機20を10分間だけ駆動する。ただし、この制御より図2および図3に示す制御内容が優先されるので、10分間の間に温度変化率 $k$ の変動によって送風機20が駆動領域に入った場合には、同図の制御に移行する。

【0059】例えば、夏季などに長時間屋外駐車し、直射日光にさらすことにより電池温度 $T_i$ が上昇したその電気自動車を、直射日光が当たらない屋内に入れたときなど、本実施形態の電気自動車用電池の冷却装置によれば、送風機20が駆動し、電池1を冷却する。したがって、電池1が使用されない場合であっても、当該電池1の温度が車体廻りの外気温度と等しくなるように制御される。その結果、電池の経時劣化の進行が抑制され、寿命が延びることとなる。

【0060】なお、以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記の実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

【0061】例えば、上述した第1実施形態において、

電池温度 $T_i$ が30℃を超えるかどうかで図2又は図3の制御内容としたが、図1に示す外気温センサ60を利用し、電池温度 $T_i$ が外気温度 $T_{amb}$ を超えるかどうかで制御内容を変更することもできる。特に、リチウムイオン2次電池などにおいては、外気温度との差が小さいほど作動状態が良好となり寿命が長くなるので、しきい値を固定することなく外気温度に応じて変更することがより好ましい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電気自動車用電池の冷却装置の第1実施形態を示す構成図である。

【図2】第1実施形態に係る送風機制御手段における制御内容を示すグラフである。

【図3】第1実施形態に係る送風機制御手段における制御内容を示すグラフである。

【図4】第1実施形態と従来例との効果を比較したグラフである。

【図5】本発明の電気自動車用電池の冷却装置の第2実施形態を示す構成図である。

【図6】従来の電気自動車用電池の冷却装置の制御内容を示すグラフである。

【図7】従来例の問題点を説明するためのグラフである。

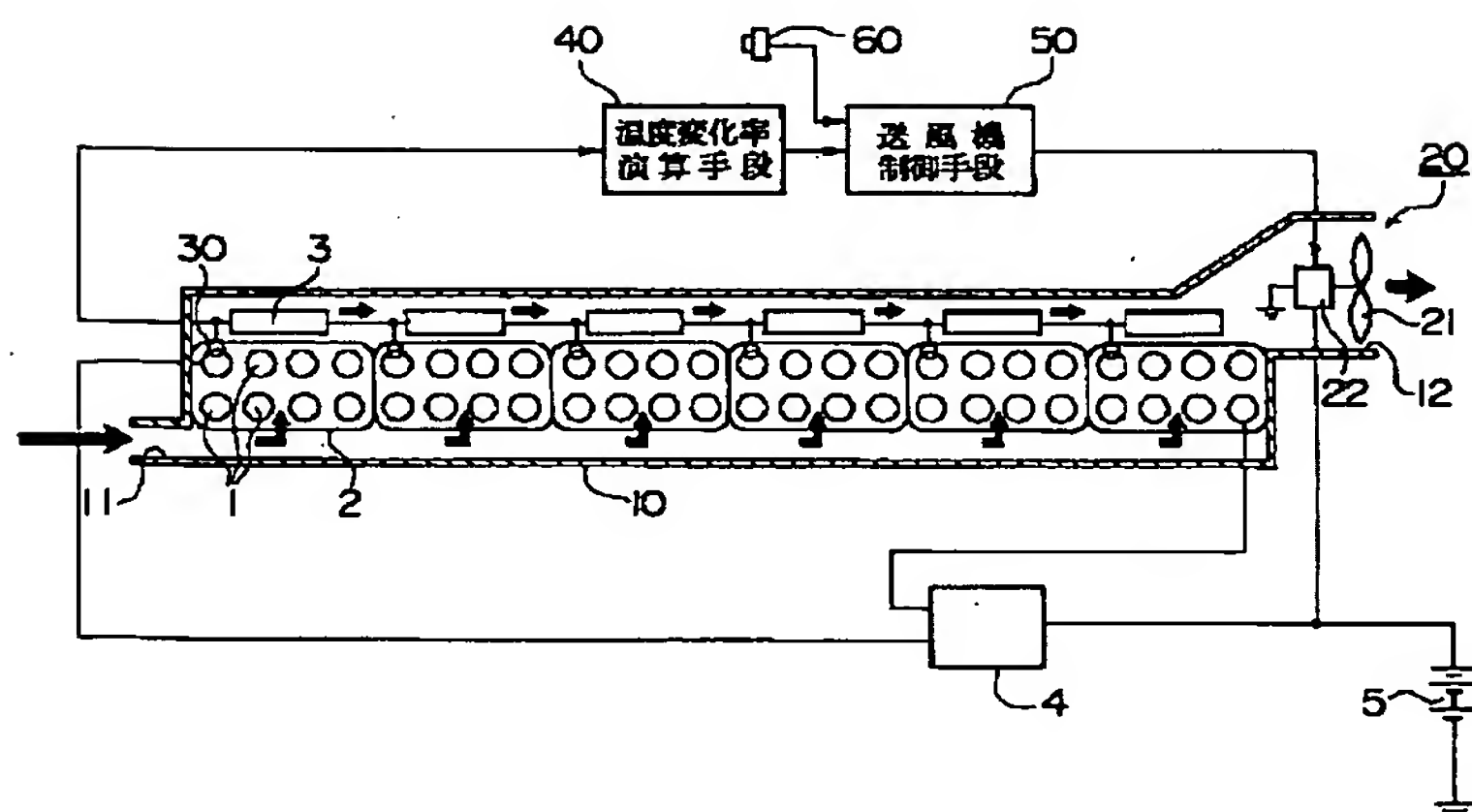
【図8】従来例の問題点を説明するためのグラフである。

【符号の説明】

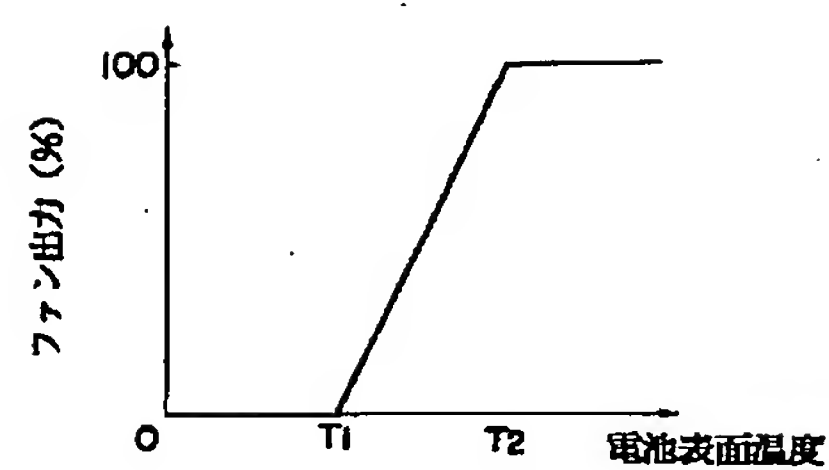
- 1…セル電池
- 2…電池モジュール
- 3…セルコントローラ
- 4…DC/DCコンバータ
- 5…補助バッテリー
- 10…バッテリーケース(送風ダクト)
- 11…吸気口
- 12…排気口
- 20…送風機
- 21…ファン
- 22…ファンモータ
- 30…電池温センサ
- 40…温度変化率演算手段
- 50…送風機制御手段
- 60…外気温センサ
- 70…温度差演算手段



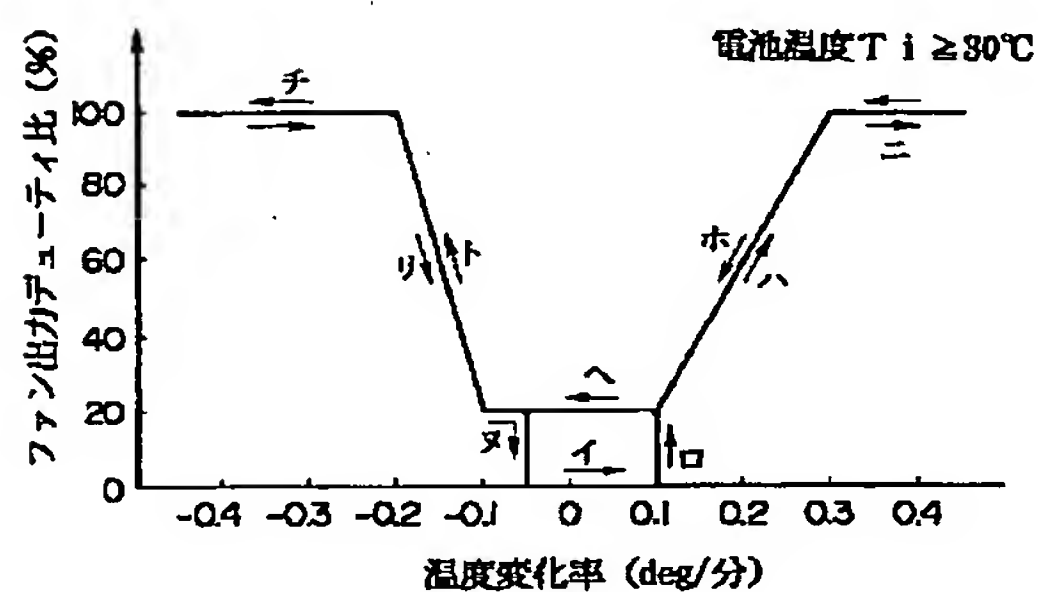
【図1】



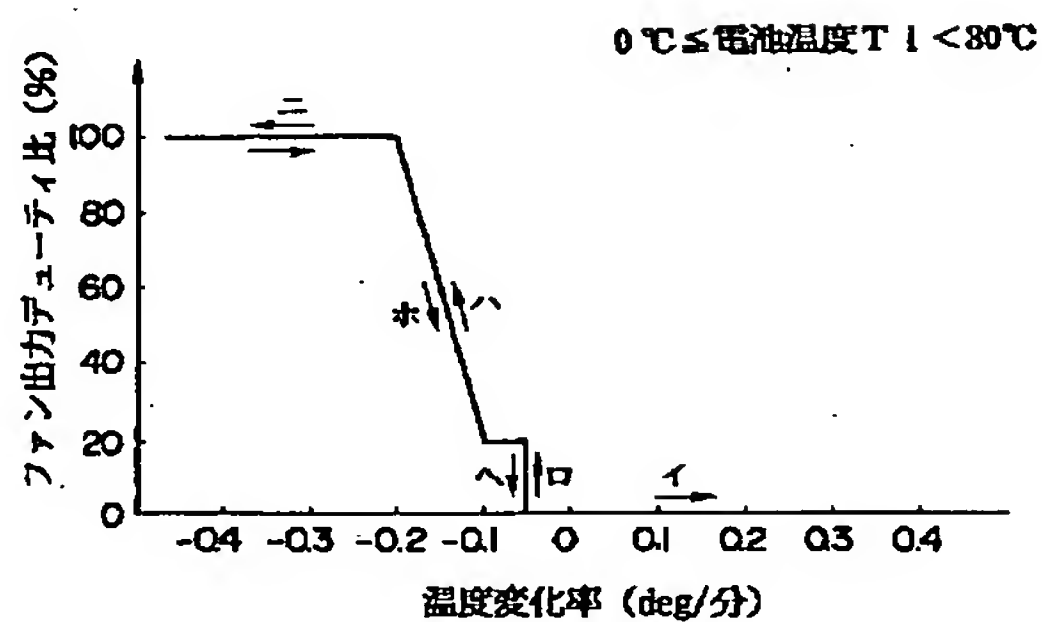
【図6】



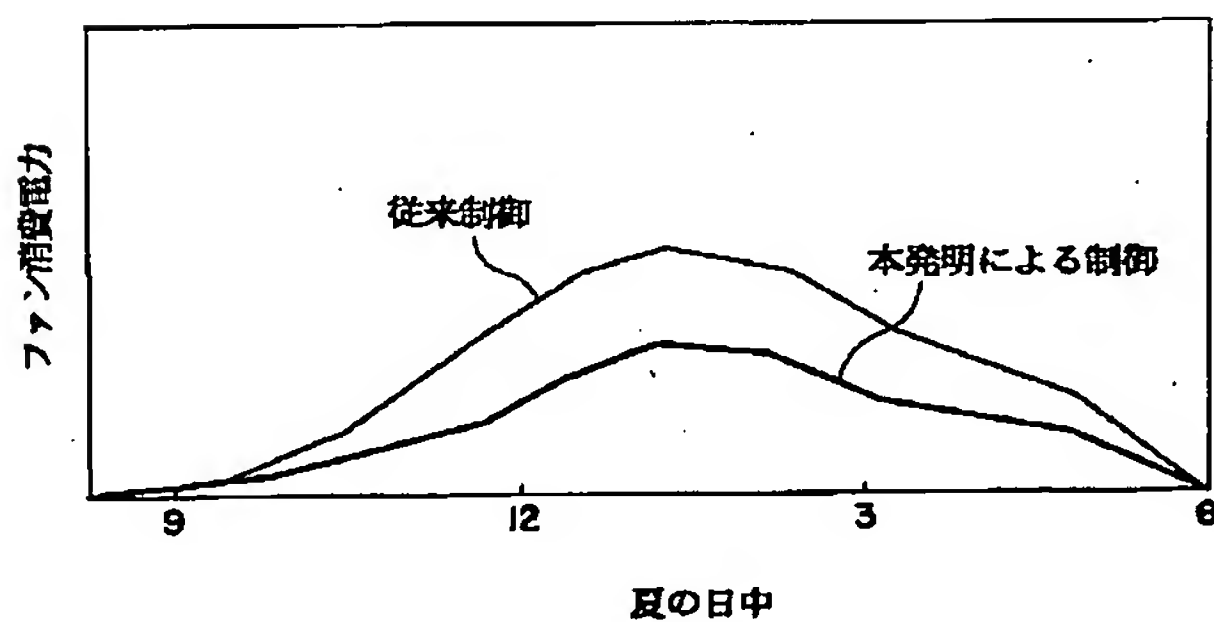
【図2】



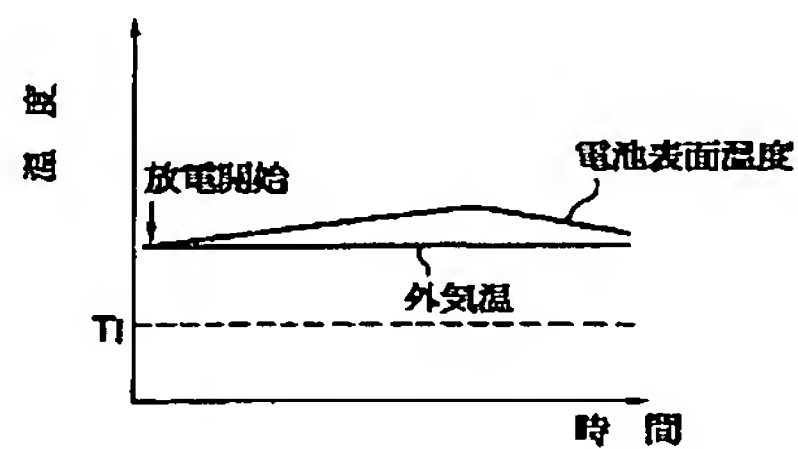
【図3】



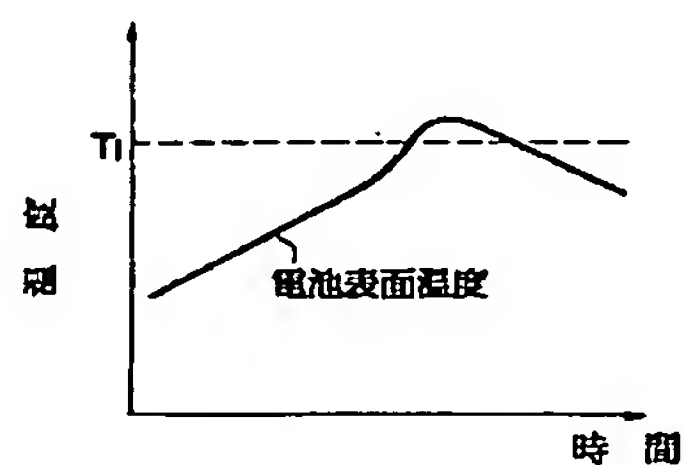
【図4】



【図7】



【図8】



【図5】

